



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

21 Aktenzeichen: 101 41 084.0
22 Anmeldetag: 22. 8. 2001
43 Offenlegungstag: 28. 11. 2002

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

71 Anmelder:
Infineon Technologies AG, 81669 München, DE
74 Vertreter:
Epping, Hermann & Fischer, 80339 München

72 Erfinder:
Hecht, Thomas, 01099 Dresden, DE; Gutsche,
Martin, Dr., 84405 Dorfen, DE; Seidl, Harald, 01099
Dresden, DE; Leonhardt, Matthias, Dr., 01099
Dresden, DE

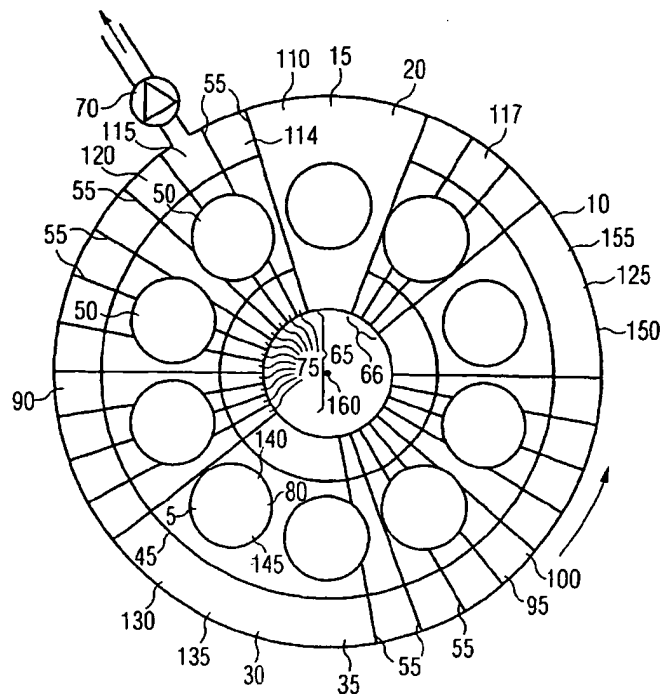
56 Entgegenhaltungen:
US 53 38 362
US 49 76 996
EP 06 83 249 A1
European Semiconductor, July 2000, S. 33-35;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Vorrichtung zur Abscheidung von dünnen Schichten auf einem Substrat und entsprechendes Verfahren

57 Die Vorrichtung umfaßt ein Transportsystem (45) und eine Kammer (10), die einen ersten Kammerbereich (15), einen zweiten Kammerbereich (30) und eine Kammerwand (55) aufweist, die zwischen dem ersten Kammerbereich (15) und dem zweiten Kammerbereich (30) angeordnet ist. Auf dem Transportsystem (45) ist ein Substrat (5) angeordnet, welches mittels des Transportsystems (45) in den ersten Kammerbereich (15) und in den zweiten Kammerbereich (30) transportierbar ist. In dem ersten Kammerbereich (15) wird ein erstes Prozeßgas (20) eingeleitet, so daß eine erste Schicht (25) auf dem Substrat (5) abgeschieden wird. Mittels des Transportsystems (45) wird das Substrat (5) in den zweiten Kammerbereich (30) transportiert, in dem ein zweites Prozeßgas (35) eingeleitet wird und eine zweite Schicht (40) auf der ersten Schicht (25) abgeschieden wird. Zur Trennung des ersten Kammerbereichs (15) von dem zweiten Kammerbereich (30) sind optional ein dritter Kammerbereich (65) und ein vierter Kammerbereich (66) zwischen dem ersten Kammerbereich (15) und dem zweiten Kammerbereich (30) angeordnet.



BEST AVAILABLE COPY

DE 101 41 084 A 1

DE 101 41 084 A 1

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Abscheidung von dünnen Schichten auf einem Substrat sowie ein entsprechendes Verfahren.

[0002] In der Halbleitertechnologie werden Schichten beispielsweise mittels Sputtern beziehungsweise PVD (Physical Vapour Deposition) sowie CVD (Chemical Vapour Deposition) abgeschieden. Neben diesen konventionellen Techniken zur Abscheidung von Schichten werden beispielsweise auch sogenannte ALD (Atomic Layer Deposition) oder auch ALCVD (Atomic Layer Chemical Vapour Deposition) Verfahren angewendet. Bei ALD-Verfahren können die abgeschiedenen Schichten und Filme monolagenweise und selbstlimitierend abgeschieden werden. Im Gegensatz zu konventionellen CVD-Verfahren wird der Abscheidungsprozess bei ALCVD in eine Abfolge mindestens zweier Einzelschritte mit einer ersten Substanz A und einer zweiten Substanz B unterteilt. Das ALD-Verfahren beruht nun auf der alternierenden Durchführung der Einzelschritte zur Abscheidung der Substanz A und B in der Abfolge A B A B ...

[0003] Im Idealfall einer ALD-Abscheidung ist jeder der beiden Einzelschritte A oder B eine selbstlimitierende Abscheidung einer Monolage unter Verwendung eines ersten Ausgangsgases (Precursors) bei der Abscheidung der Schicht A und eines zweiten Precursors bei der Abscheidung der Schicht B. Hierzu werden folglich mindestens 2 Molekülsorten als Precursor (Ausgangssubstanzen der CVD-Abscheidung) benötigt, die jeweils dazu geeignet sind, ein Atom beziehungsweise ein Molekül der ersten Schicht A und nachfolgend ein Atom beziehungsweise ein Molekül der zweiten Schicht B abzuscheiden. Die Precursor enthalten dazu beispielsweise das jeweils abzuscheidende Atom/Molekül und einen sogenannten Liganden. Die Liganden sind so beschaffen, daß bei der Abscheidung eine chemische Bindung nur zu jeweils der mittels dem anderen Precursor abgeschiedenen Schicht, nicht jedoch zu der mit dem identischen Precursor abgeschiedenen Schicht möglich ist. Beispielsweise wird so auf einer aus dem ersten Atom beziehungsweise Molekül aufgebauten Schicht A eine Monolage aus dem mittels des zweiten Verfahrensschritts B abgeschiedenen Precursors aufgewachsen. Die Schicht B wird dabei mit der Dicke einer Monolage gebildet, da die zur Bildung der Schicht B verwendeten Precursor lediglich auf der Schicht A eine Abscheidung ermöglichen, nicht jedoch auf der Schicht B, so daß eine zweite Monolage der Schicht B auf der ersten Monolage der Schicht B verhindert wird. Dies ist beispielsweise in Ofer Sneh, European Semiconductor, Juli 2000, p. 33 beschrieben.

[0004] Da eine nachfolgend abgeschiedene Schicht bei dem ALD-Abscheidungsverfahren nur jeweils auf einer vorhergehenden, aus anderem Material bestehenden Schicht aufwächst, ist die ALD-Methode streng reaktionsbegrenzt. Daraus resultiert die Eigenschaft der Selbstlimitierung. Der Vorteil von Schichten und Filmen, die mittels ALD abgeschieden sind, besteht in einer hervorragenden Uniformität und einer guten Kantenbedeckung, die auch für Strukturen mit einem großen Aspektverhältnis zwischen Tiefe und Durchmesser der Struktur gewährleistet wird. Folglich ist die ALD-Abscheidungsmethode für die Abscheidung ultradünn und hoch homogener Schichten, wie zum Beispiel für Gate-Oxide von Feldeffekttransistoren, für die Füllung von tiefen Gräben und Strukturen sowie für die Abscheidung von Isolatoren und Dielektrika in tiefen Gräben wie beispielsweise Grabenkondensatoren von DRAMs (Dynamic Random Access Memorys) geeignet. Ebenfalls ist die Auffüllung und Beschichtung von tiefen Kontaktlöchern er-

möglich.

[0005] Herkömmliche Anlagen zur Herstellung von ALD-Schichten weisen eine Reihe von Nachteilen auf, die im folgenden dargelegt werden. Herkömmliche Anlagen und Konzepte zum Abscheiden von ALD-Schichten verwenden eine möglichst kleine Kammer in der ein einzelner Wafer beschichtet wird. Dazu werden die Precursor-Gase A und B abwechselnd, durch Ventile gesteuert, in die Prozeßkammer eingeleitet. Bei dem Einlaß eines Prozeßgases ist dabei sicherzustellen, daß sich keine Rückstände des vorhergehenden Precursors in der Prozeßkammer befinden. Folglich ist vor dem Einlaß eines nachfolgenden Prozeßgases eine Spülung der Prozeßkammer erforderlich, um das vorhergehende Prozeßgas aus der Kammer zu entfernen. Dies bedeutet einen erheblichen Zeitaufwand bei der Abscheidung von Schichten mit atomarer Dicke. Generell ist die Geschwindigkeit der Abscheidung auch dadurch begrenzt, daß jeweils nur ein Wafer in der Prozeßkammer bearbeitet werden kann. Die Zeit zur Bildung eines Schichtstapels bestehend aus einer alternierenden Abfolge der Schichten A und B ist sehr groß, da die Abscheidung als Abscheidung einzelner Monolagen erfolgt. Der Durchsatz ist entsprechend klein, was die Herstellungszeit und die Herstellungskosten wesentlich mit beeinflußt und in die Höhe treibt.

[0006] Ein weiterer Nachteil der aus dem Stand der Technik bekannten Prozeßkammern und Verfahren besteht darin, daß auf Grund des ständigen Wechsels der in die Prozeßkammer eingeleiteten Prozeßgase ein hoch dynamischer Prozeß vorliegt, der durch eine Reihe von Ventilen gesteuert wird, die ein hohes Prozeßrisiko auf Grund von Fehlfunktionen beinhalten. Die hohe Beanspruchung der Ventile birgt weiterhin das Risiko, daß sich die Steuerparameter der Ventile über die Zeit dahingehend ändern, daß durch die veränderte Steuercharakteristik der Ventile Fehlfunktionen bei der ALD-Abscheidung auftreten. Beispielsweise kann dies in Veränderungen der Schaltzeiten und in daraus folgenden Prozeßierungsfehlern beruhen. Weiterhin können unerwünschte CVD-Reaktionen auftreten, falls die Separation des ersten Precursors zur Abscheidung der ersten Schicht A von dem zweiten Precursor zur Abscheidung der zweiten Schicht B nicht vollständig gelingt, da die beiden Precursor oftmals direkt miteinander reagieren und somit zu unerwünschten Abscheidungen beziehungsweise Verunreinigungen führen können.

[0007] Beispielsweise ist in der Druckschrift US 4,976,996 ein CVD-Reaktor beschrieben, der einen Drehteller aufweist, auf dem eine Reihe von Substraten entlang eines Umfangs eines Kreises anordenbar ist. Die auf dem Drehteller angeordneten Substrate werden in eine erste Prozeßzone A zur Abscheidung einer ersten Schicht A und durch in eine zweite Prozeßzone B zur Abscheidung einer zweiten Schicht B eingebracht. Die erste Prozeßzone A ist von der zweiten Prozeßzone B mittels einem Spülbereich getrennt, so daß die Durchmischung des ersten Precursors A mit dem zweiten Precursor B vermindert werden kann. Nachteilig an dem in der Druckschrift beschriebenen Reaktor und Verfahren ist allerdings, daß die Durchmischung des ersten Precursor-Gases zur Abscheidung der Schicht A mit dem zweiten Precursor-Gas zur Abscheidung der Schicht B nicht sehr effizient erfolgt, so daß eine Reihe von Prozeßfehlern auftritt.

[0008] Es ist die Aufgabe der Erfindung eine Vorrichtung zur Abscheidung von Schichten auf einem Substrat anzugeben sowie ein entsprechendes Verfahren anzugeben, wobei eine schnellere, kostengünstigere und zuverlässige Abscheidung ermöglicht ist.

[0009] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst durch eine Vorrichtung zur Abscheidung von Schichten auf einem

Substrat, umfassend:

- eine Kammer mit
- einem ersten Kammerbereich, in den ein erstes Prozeßgas zur Abscheidung einer ersten Schicht auf dem Substrat einleitbar ist, und mit
- einem zweiten Kammerbereich, in den ein zweites Prozeßgas zur Abscheidung einer zweiten Schicht auf der ersten Schicht einleitbar ist;
- ein Transportsystem, auf dem eine Vielzahl von Substraten anordenbar ist, um die Substrate mittels des Transportsystems in den ersten Kammerbereich und in den zweiten Kammerbereich zu transportieren,
- wobei eine Kammerwand zwischen dem ersten Kammerbereich und dem zweiten Kammerbereich zur Trennung des ersten Kammerbereichs von dem zweiten Kammerbereich angeordnet ist.

[0010] Die Kammerwand weist den Vorteil auf, daß der erste Kammerbereich effizient von dem zweiten Kammerbereich abgetrennt ist. Hierdurch ist beispielsweise ermöglicht, daß der erste Kammerbereich sowie der zweite Kammerbereich mit einem großen Volumen gebildet werden, wobei die Durchmischung der in dem ersten Kammerbereich und der in dem zweiten Kammerbereich einleitbaren Prozeßgase mittels der Kammerwand vermindert beziehungsweise vermieden wird.

[0011] Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Vorrichtung sieht vor, daß die Kammerwand eine Ausnehmung aufweist, so daß ein auf dem Transportsystem anordenbares Substrat die Kammerwand passieren kann. Durch die Ausnehmung in der Kammerwand ist sichergestellt, daß ein auf dem Transportsystem anordenbares Substrat durch die Ausnehmung in der Kammerwand von dem ersten Kammerbereich in den zweiten Kammerbereich transportierbar ist. Die Querschnittsfläche der Ausnehmung in der Kammerwand kann so ausgestaltet werden, daß der Gasaustausch zwischen dem ersten Kammerbereich und dem zweiten Kammerbereich sehr stark eingeschränkt ist. Folglich wird eine wesentlich effizientere Trennung der in dem ersten Kammerbereich und im zweiten Kammerbereich einleitbaren Prozeßgase erreicht.

[0012] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, daß das Substrat in der Substratauflage versenkt ist, so daß sich bei eingelegtem Substrat eine möglichst ebene und bündig abschließende Oberfläche ergibt.

[0013] Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Vorrichtung sieht vor, daß ein dritter Kammerbereich zur Trennung des ersten Kammerbereiches und des zweiten Kammerbereiches zwischen dem ersten Kammerbereich und dem zweiten Kammerbereich angeordnet ist. Der dritte Kammerbereich weist den Vorteil auf, daß durch ihn eine Vermischung der in dem ersten Kammerbereich und dem zweiten Kammerbereich einleitbaren Prozeßgase weiter vermindert wird, da der dritte Bereich als Pufferzone beziehungsweise Spülzone beziehungsweise Abpumpzone betrieben werden kann. Somit kann er den Austausch von Gasen zwischen dem ersten Kammerbereich und dem zweiten Kammerbereich effizient vermindern.

[0014] Eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, daß eine Pumpe zum Abpumpen eines in dem dritten Kammerbereich befindlichen Gases vorgesehen ist. Die Pumpe weist den Vorteil auf, daß der dritte Kammerbereich beispielsweise evakuierbar ist. Dabei können Prozeßgase, die aus dem ersten Kammerbereich in den dritten Kammerbereich gelangen, mittels der Pumpe abgepumpt werden. Prozeßgase, die aus dem zweiten Kammerbereich in den dritten Kammerbereich gelangen, können

ebenfalls abgepumpt werden, so daß eine Durchmischung der Prozeßgase in dem ersten Kammerbereich und dem zweiten Kammerbereich effizient vermindert beziehungsweise vermieden wird.

[0015] Eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, daß der dritte Kammerbereich mit einem im Vergleich zum ersten Prozeßgas und zum zweiten Prozeßgas inerten Gas spülbar ist. Die Spülbarkeit des dritten Kammerbereiches ermöglicht den effizienten Abtransport von Prozeßgasen aus dem dritten Kammerbereich, die aus dem ersten Kammerbereich oder aus dem zweiten Kammerbereich in den dritten Kammerbereich gelangen können. Somit ist der effiziente Abtransport von Gasen aus dem dritten Kammerbereich ermöglicht, wodurch eine Durchmischung der in dem ersten Kammerbereich und in dem zweiten Kammerbereich einleitbaren Gase vermindert beziehungsweise vermieden wird.

[0016] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, daß der dritte Kammerbereich in eine Vielzahl von Kammerbereichen unterteilt ist, die jeweils unabhängig voneinander mit einem inerten Gas spülbar sind und/oder das in ihnen befindliche Gas abpumpbar ist. Die Einteilung des dritten Kammerbereiches in eine Vielzahl von Kammerbereichen weist den Vorteil auf, daß beispielsweise aufeinanderfolgende Kammerbereiche eine differentielle Pumpstufe bilden können, wobei ausgehend von einem Kammerbereich mit einem hohen Druck nachfolgend ein Kammerbereich mit entsprechend niedrigerem Druck realisiert werden kann. Der Differenzdruck zwischen zwei benachbarten Kammerbereichen kann so stetig vermindert werden. Zusätzlich können zwischen benachbarten Kammerbereichen, die abgepumpt werden, ebenfalls Kammerbereiche angeordnet werden, die mittels eines Prozeßgases spülbar sind. Dies weist den Vorteil auf, daß sowohl differentielle Pumpstufen sowie Spülstufen realisiert werden können. Die unabhängige Steuerbarkeit der Vielzahl von Kammerbereichen, die in dem dritten Kammerbereich angeordnet ist, ermöglicht dabei, daß mittels einer entsprechenden Ansteuerung differentielle Pumpstufen beziehungsweise Spülstufen realisierbar sind, die beispielsweise über entsprechende Ventile steuerbar sind. Somit kann je nach Verwendungszweck der Vorrichtung eine unterschiedliche Abfolge der Vielzahl von Kammerbereichen in dem dritten Kammerbereich angeordnet werden. Hierdurch wird die Flexibilität der erfindungsgemäßen Vorrichtung erheblich gesteigert.

[0017] Eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, daß eine Kühlfalle in dem dritten Kammerbereich angeordnet ist, die zur Kondensation des ersten Prozeßgases oder des zweiten Prozeßgases geeignet ist. Hierdurch ist eine weitere Maßnahme in die erfindungsgemäße Vorrichtung integrierbar, die zur Trennung des ersten Prozeßgases und des zweiten Prozeßgases geeignet ist.

[0018] Eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, daß ein vierter Kammerbereich in der Kammer angeordnet ist, in dem ein drittes Prozeßgas zur Abscheidung einer dritten Schicht einleitbar ist. Durch die vierte Prozeßkammer wird die Anwendbarkeit und Flexibilität der erfindungsgemäßen Vorrichtung weiter erhöht, da somit ALD-Schichten abgeschieden werden können, die aus mehr als zwei Komponenten bestehen.

[0019] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, daß ein viertes Prozeßgas zusätzlich in den ersten Kammerbereich einleitbar ist. Das vierte Prozeßgas weist den Vorteil auf, daß in den ersten Kammerbereich zwei Prozeßgase, nämlich das erste Prozeßgas und das vierte Prozeßgas eingeleitet werden. Durch zwei in einen Kammerbereich eingeleitete Prozeß-

gase lassen sich zum Beispiel gemischte Dielektrika wie zum Beispiel $Al_a-Ti_b-O_c$ erzeugen. Durch Anordnung der Precursor für AL und O und Ti und O in 4 aufeinander folgenden Kammerbereichen wird eine entsprechende Monolagenfolge dieser Materialien erzeugt. Durch Änderung der Precursor während des Prozesses lassen sich dickere Schichtfolgen, sogenannte Nanolamine, erzeugen.

[0020] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, daß die Vielzahl von Kammerbereichen einen ersten abpumpbaren Kammerbereich und einen zweiten abpumpbaren Kammerbereich umfaßt, wobei in dem ersten abpumpbaren Kammerbereich ein erster Druck einstellbar ist und in dem zweiten abpumpbaren Kammerbereich ein zweiter Druck einstellbar ist, der kleiner als der erste Druck ist. Hierdurch ist beispielsweise eine differentielle Pumpstufe realisierbar, die ein Druckgefälle über den ersten abpumpbaren Kammerbereich und den zweiten abpumpbaren Kammerbereich ermöglicht.

[0021] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, daß eine Vorrichtung zur Plasmabehandlung eines auf dem Transportsystem anordenbaren Substrats vorgesehen ist. Die Plasmabehandlung, vorzugsweise in Form eines Remote-Plasmas, gewährleistet die Bedeckung der Oberfläche des Substrats mit reaktiven Molekülen, die für einen homogenen Start der ALD-Abscheidung vorteilhaft ist. Weiterhin gibt es ALD-Prozesse, bei denen in jedem Zyklus ein Plasma gezündet werden muß, um einen Teil des Precursors abzuspalten. Erfindungsgemäß kann das Plasma dauerhaft in einem Kammerbereich brennen und das Substrat wird durch diesen Kammerbereich transportiert. Vorteilhaft ist dabei, daß die Zeit für eine wiederholte Stabilisierung eines jeweils neu gezündeten Plasmas entfallen kann. Weiterhin kann die Reaktivität des Precursors durch das Plasma erhöht werden.

[0022] Eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, daß eine Vorrichtung zur Ozonbehandlung eines auf dem Transportsystem angeordneten Substrats in der Kammer vorgesehen ist.

[0023] Eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, daß eine Heizung zum Heizen des Substrats in der Kammer vorgesehen ist. Mittels der Heizung kann beispielsweise die Temperatur des Substrats so eingestellt werden, daß die jeweilige Abscheidung des ersten beziehungsweise des zweiten Precursors in einem vorteilhaften Temperaturbereich stattfinden kann.

[0024] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß die Heizung eine Lampe zum Bestrahlen des Substrats umfaßt.

[0025] Die Heizung oder Kühlung des Substrats und des Transportsystems kann eine Widerstandsheizung, Lampenheizung oder Kühlvorrichtung umfassen. Zusätzlich kann das Substrat mit Lampen in einem RTP-Schritt (Rapid Thermal Process) zur Densifizierung eines abgeschiedenen Dielektrikums geheizt werden. Dies kann zum Beispiel in einer Abscheidungskammer oder Annealkammer durchgeführt werden.

[0026] Beispielsweise ist das Substrat auch mittels einer Widerstandsheizung beziehungsweise einer Kühlvorrichtung, die in dem Substrathalter angeordnet ist, auf eine vorgebbare Temperatur bringbar.

[0027] Eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, daß das Transportsystem einen Körper umfaßt, der eine Oberfläche aufweist, die um eine senkrecht zu der Oberfläche angeordnete Achse rotierbar ist, wobei die Vielzahl von Substrathaltern auf der Oberfläche angeordnet ist, so daß ein Substrathalter auf einem Kreisbogen um die Achse rotierbar ist und dabei den ersten Kammerbereich und den zweiten Kammerbereich durchläuft.

Mit dieser Ausgestaltung der Erfindung ist beispielsweise ein rotierendes Transportsystem realisierbar. Wenn das rotierende Transportsystem einen entsprechenden Durchmesser aufweist, so kann eine Vielzahl von Substraten auf einem Kreisbogen auf dem Transportsystem angeordnet werden. Die Rotationsgeschwindigkeit des Körpers und die Ausdehnung der Kammerbereiche bestimmt dabei die Verweildauer in den einzelnen Kammerbereichen, die beispielsweise entlang des Kreisbogens angeordnet werden.

[0028] Eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, daß das Transportsystem ein Transportband oder eine Vielzahl von Transportbändern umfaßt, die so angeordnet sind, daß ein mit dem Transportsystem verbundener Substrathalter mittels des Transportsystems entlang einer geschlossenen Kurve transportierbar ist, die den Substrathalter durch den ersten Kammerbereich und durch den zweiten Kammerbereich führt.

[0029] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, daß der die Querschnittsfläche für den Gasfluß zwischen erstem Kammerbereich und zweitem Kammerbereich zumindest teilweise verschließbar ist, um einen Gasaustausch zwischen dem ersten Kammerbereich und dem zweiten Kammerbereich zu vermindern.

[0030] Eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, daß die Kammerwand in Richtung des Transportsystems verschiebbar ist.

[0031] Eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, daß das Transportsystem in Richtung der Kammerwand verschiebbar ist. Durch die Verschiebbarkeit der Kammerwand in Richtung Transportsystem beziehungsweise des Transportsystems in Richtung Kammerwand kann ein zwischen dem Transportsystem und der Kammerwand bestehender Spalt vermindert werden, um den Gasaustausch zwischen dem ersten Kammerbereich und dem zweiten Kammerbereich zu vermindern. Optional kann der Spalt zwischen dem Transportsystem und der Kammerwand geschlossen werden, wenn zum Beispiel die Bewegung des Transportsystems gestoppt würde. Hierzu ist die Abfolge: Stoppen des Transportsystems, Schließen des Spalts, Öffnen des Spalts und Bewegen des Transportsystems geeignet.

[0032] Bezüglich des Verfahrens wird die Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zur Abscheidung von dünnen Schichten auf einem Substrat mit den Schritten:

- Bereitstellen einer Vorrichtung, die ein Transportsystem und eine Kammer mit einem ersten Kammerbereich und einem zweiten Kammerbereich und einer Kammerwand aufweist, die zwischen dem ersten Kammerbereich und dem zweiten Kammerbereich angeordnet ist;
- Einleiten eines ersten Prozeßgases in den ersten Kammerbereich;
- Einleiten eines zweiten Prozeßgases in den zweiten Kammerbereich;
- Anordnen eines Substrats auf dem Transportsystem;
- Transportieren des Substrats mittels des Transportsystems in den ersten Kammerbereich, in dem eine erste Schicht mit atomarer Dicke auf dem Substrat abgeschieden wird;
- Transportieren des Substrats mittels des Transportsystems in den zweiten Kammerbereich, in dem eine zweite Schicht mit atomarer Dicke abgeschieden wird.

[0033] Das erfindungsgemäße Verfahren ist dazu geeignet, eine ALD-Abscheidung durchzuführen, wobei beispielsweise alternierend eine erste Substanz A und eine

zweite Substanz B auf einem Substrat abgeschieden werden. Hierbei wird das erste Prozeßgas in dem ersten Kammerbereich und das zweite Prozeßgas in dem zweiten Kammerbereich eingeleitet. Der erste Kammerbereich und der zweite Kammerbereich werden mittels der Kammerwand so voneinander getrennt, daß eine Durchmischung des ersten Prozeßgases und des zweiten Prozeßgases vermindert wird. Trotz der zwischen dem ersten Kammerbereich und dem zweiten Kammerbereich angeordneten Kammerwand ist das Substrat mittels des Transportsystems in den ersten Kammerbereich und in den zweiten Kammerbereich transportierbar.

[0034] Ein vorteilhafter Verfahrensschritt sieht vor, daß ein dritter Kammerbereich zur Trennung des ersten Kammerbereichs und des zweiten Kammerbereichs zwischen dem ersten Kammerbereich und dem zweiten Kammerbereich angeordnet ist und daß das in dem dritten Kammerbereich befindliche Gas mittels einer Pumpe abgepumpt wird. Mittels der Pumpe kann die Durchmischung des ersten Prozeßgases und des zweiten Prozeßgases vermindert werden.

[0035] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, daß der dritte Kammerbereich mittels eines inerten Gases gespült wird. Die Spülung des dritten Kammerbereichs mittels eines inerten Gases trägt dazu bei, daß die Durchmischung des ersten Prozeßgases und des zweiten Prozeßgases vermindert wird. Hierdurch wird in vorteilhafter Weise eine Schädigung des zu behandelnden Substrats und eine unerwünschte CVD-Abscheidung vermieden.

[0036] Nachfolgend wird die Erfindung an Hand von Ausführungsbeispielen und Figuren näher erläutert. Dabei kennzeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche beziehungsweise funktionsgleiche Elemente.

[0037] In den Figuren zeigen:

[0038] Fig. 1 eine Draufsicht auf eine Kammer mit einer Vielzahl von Kammerbereichen, durch die eine Vielzahl von Substraten mittels eines Transportsystems transportierbar ist;

[0039] Fig. 2 die Draufsicht aus Fig. 1, wobei die Kammerbereiche mit der sie charakterisierenden Funktion bezeichnet sind;

[0040] Fig. 3 ein Substrat, auf dem eine Vielzahl von Schichten abgeschieden ist;

[0041] Fig. 4 die Anordnung aus Fig. 3, wobei mittels eines Temperaturschrittes eine Durchmischung der in Fig. 3 auf das Substrat abgeschiedenen Schichten stattgefunden hat;

[0042] Fig. 5 einen Schnitt durch das Transportsystem, das einen Substrathalter aufweist, auf dem ein Substrat angeordnet ist, wobei zusätzlich eine Kammerwand dargestellt ist, die den ersten Kammerbereich von dem zweiten Kammerbereich trennt;

[0043] Fig. 6 ein Ausführungsbeispiel für ein Transportsystem mit Transportbändern.

[0044] In Fig. 1 ist ein Beispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Durchführung einer ALD-Abscheidung dargestellt. Die Vorrichtung umfaßt eine Kammer 10, die einen ersten Kammerbereich 15, einen zweiten Kammerbereich 30, einen dritten Kammerbereich 65 und einen vierten Kammerbereich 95 umfaßt. In den ersten Kammerbereich 15 ist ein erstes Prozeßgas 20 einleitbar. In den zweiten Kammerbereich 30 ist ein zweites Prozeßgas 35 einleitbar. Weiterhin ist ein Transportsystem 45 angeordnet, auf dem eine Vielzahl von Substrathaltern 80 angeordnet ist. Auf den Substrathaltern 80 ist eine Vielzahl von Substraten 50 anordenbar.

[0045] Beispielsweise ist auf dem Transportsystem 45 ein Substrat 5 angeordnet. In dem ersten Kammerbereich 15

wird auf das Substrat 5 eine erste Schicht 25 abgeschieden. In dem zweiten Kammerbereich 30 wird auf das Substrat 5 eine zweite Schicht 40 abgeschieden. Der erste Kammerbereich 15 wird mittels einer Kammerwand 55 von dem zweiten Kammerbereich 30 getrennt. Ebenso wird der erste Kammerbereich 15 mittels einem dritten Kammerbereich 65 und vierten Kammerbereich 66 von dem zweiten Kammerbereich 30 getrennt.

[0046] Der dritte Kammerbereich 65 umfaßt eine Vielzahl von Kammerbereichen 75. Das Gas aus einer der Vielzahl der Kammerbereiche 75 ist beispielsweise mittels einer Pumpe 70 abpumpbar. Hier sind beliebig viele Kammerbereiche für die Trennung der Prozeßgase möglich.

[0047] Weiterhin umfaßt eine der Vielzahl der Kammerbereiche 75 eine Kühlfalle 90, mittels der Gas in dem entsprechenden Kammerbereich kondensierbar ist. Dies weist den Vorteil auf, daß Verunreinigungen oder Prozeßgase der angrenzenden Prozeßkammern und Kammerbereiche ausgefällt werden können.

[0048] Eine Prozeßkammer kann dabei größer als ein Wafer gebildet werden. In diesem Fall könnte beispielsweise die Bewegung des Transportsystems gestoppt werden und die Querschnittsfläche zwischen Kammerwand und Transportsystem geschlossen werden. Eine Prozeßkammer kann auch kleiner als ein Wafer gebildet sein. In diesem Fall wird der Wafer Zonenweise beim Transport durch die Prozeßkammer bearbeitet.

[0049] Es ist eine vierte Prozeßkammer 95 vorgesehen, in der ein drittes Prozeßgas 100 zur Abscheidung einer dritten Schicht 105 auf das Substrat 5 eingeleitet wird.

[0050] Weiterhin wird ein viertes Prozeßgas 110 in den ersten Kammerbereich 15 eingeleitet. Dadurch lassen sich Gemische herstellen.

[0051] Die Vielzahl von Kammerbereichen 75 umfaßt einen ersten abpumpbaren Kammerbereich 115 und einen zweiten abpumpbaren Kammerbereich 120. Mittels des ersten abpumpbaren Kammerbereichs 115 und des zweiten abpumpbaren Kammerbereichs 120 wird eine differentielle Pumpstufe realisiert.

[0052] Weiterhin ist in der Kammer 10 eine Vorrichtung zur Plasmabehandlung 125 des Substrats 5 vorgesehen. Die Plasmabehandlung, vorzugsweise in Form eines Remote-Plasmas, gewährleistet die Bedeckung der Oberfläche des Substrats mit reaktiven Molekülen, die für einen homogenen Start der ALD-Abscheidung vorteilhaft ist. Weiterhin gibt es ALD-Prozesse, bei denen in jedem Zyklus ein Plasma gezündet werden muß, um einen Teil des Precursors abzuspalten. Erfindungsgemäß kann das Plasma dauerhaft in einem Kammerbereich brennen und das Substrat wird durch diesen Kammerbereich transportiert. Weiterhin kann die Reaktivität des Precursors durch das Plasma erhöht werden.

[0053] Weiterhin ist vorgesehen, daß in der Kammer 10 eine Vorrichtung zur Durchführung eines Anneal-Schrittes angeordnet ist. Dies kann optional in einem zusätzlichen Kammerbereich angeordnet sein. Durch den Anneal-Schritt wird zum Beispiel eine Densifizierung, ein Ausgleich der Stöchiometrie oder auch ein Austreiben von Verunreinigungen, zum Beispiel mit einer Wasserstoffabsättigung von ungesättigten Bindungen (Störstellen), durchgeführt. Ebenso ist die Ausbildung einer Interface-Schicht möglich.

[0054] Auf dem Transportsystem 45 ist beispielsweise ein Substrathalter 80 angeordnet, auf dem das Substrat 5 angeordnet ist. Der Substrathalter 80 ist beispielsweise mit einer Widerstandsheizung oder einer Lampenheizung ausgestattet, um das Substrat 5 während einer ALD-Abscheidung beziehungsweise CVD-Abscheidung auf eine vorgegebene Temperatur zu erwärmen. Ebenso kann in dem Substrathalter

ter **80** ein Kühlsystem **145** integriert sein, welches das Substrat **5** auf eine vorgegebene Temperatur abkühlen kann. Der Wechsel zwischen Aufheizen und Abkühlen kann beispielsweise zwischen dem ersten Kammerbereich **15** und dem zweiten Kammerbereich **30** durchgeführt werden, um das Substrat auf eine für den jeweils nachfolgenden Abscheidungsprozess geeignete Temperatur zu bringen. Hierzu ist beispielsweise eine Lampenheizung für das Substrat geeignet, die das Substrat von oben oder von unten bestrahlt.

[0055] Zur Abscheidung von Schichten wird zunächst ein Substrat **5** auf den Substrathalter **80** aufgebracht. Das Transportsystem **45** transportiert das Substrat **5** in den ersten Kammerbereich **15**, in dem eine erste Schicht **25** auf dem Substrat **5** abgeschieden wird. Nachfolgend transportiert das Transportsystem **45** das Substrat **5** an der Kammerwand **55** vorbei in den ersten spülbaren Bereich **114** transportiert. Der Gegendruck des Spülgases in dem spülbaren Bereich **114** vermindert des Verbrauch von Prozeßgas. Nachfolgend transportiert das Transportsystem **45** das Substrat **5** an einer weiteren Kammerwand **55** vorbei in den abpumpbaren Kammerbereich **115** in dem mittels der Pumpe **70** Gas aus dem ersten Kammerbereich **115** abgepumpt wird. Das Substrat **5** passiert dabei eine weitere Kammerwand **55**, die den ersten abpumpbaren Bereich **115** von dem zweiten abpumpbaren Bereich **120** trennt. Beispielsweise wird weiteres Gas aus dem zweiten abpumpbaren Bereich **120** abgepumpt, so daß eine Vermischung und Reaktion der Prozeßgase **20** und **25** vermieden wird.

[0056] Nachfolgend wird das Substrat **5** an weiteren Kammerwänden **55** vorbei transportiert und passiert beispielsweise eine Kühlfalle **90**. In der Kühlfalle **90** wird das in dem Kammerbereich der Kühlfalle **90** vorhandene Restgas kondensiert beziehungsweise abgepumpt. Hierdurch wird eine weitere Vermischung der in dem ersten Kammerbereich **15** und in dem zweiten Kammerbereich **30** eingeleiteten Prozeßgase vermieden. Das Substrat **5** wird mittels des Transportsystems **45** in den zweiten Kammerbereich **30** transportiert, in dem eine zweite Schicht **40** auf das Substrat **5** und somit auf die erste Schicht **25** abgeschieden wird.

[0057] Der weitere Transport des Substrats **5** mittels des Transportsystems **45** führt das Substrat **5** an weiteren Kammerwänden **55** vorbei, bis das Substrat **5** eine Vorrichtung zur Plasmabehandlung **125** passiert, in der die Bedeckung der Oberfläche des Substrats mit reaktiven Molekülen durchgeführt wird, die für einen homogenen Start der ALD-Abscheidung vorteilhaft ist. Weiterhin können ALD-Prozesse durchgeführt werden, bei denen in jedem Zyklus ein Plasma gezündet werden muß, um einen Teil des Precursors abzuspalten. Das Plasma kann dauerhaft in einem Kammerbereich brennen und das Substrat wird durch diesen Kammerbereich transportiert. Weiterhin wird die Reaktivität des Precursors durch das Plasma erhöht.

[0058] Das Transportsystem **45** transportiert das Substrat **5** auf einer geschlossenen Kurve, so daß das Substrat **5** nachfolgend wieder in den ersten Kammerbereich **15** eingebracht wird, in dem eine weitere Schicht mittels des in dem ersten Kammerbereich **15** eingeleiteten ersten Prozeßgases **20** auf das Substrat **5** abgeschieden wird.

[0059] In Fig. 2 ist das Transportsystem aus Fig. 1 beispielhaft dargestellt, wobei in dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel die jeweiligen Kammerbereiche mit ihrer Funktion bezeichnet sind.

[0060] Im Kammerbereich PC **1** wird ein erstes Prozeßgas eingeleitet und eine erste Schicht abgeschieden. Nachfolgend wird mit einem inerten Gas radial von innen nach außen oder von außen nach innen gespült. In dem nächsten und übernächsten Kammerbereich wird abgepumpt, wobei eine differentielle Pumpstufe realisiert ist. Nachfolgend findet

wieder ein radialer Gasfluß zum Spülen statt. Anschließend durchläuft das Substrat zwei weitere Pumpstufen und einen radialen Gasfluß. Dann wieder zwei Pumpstufen, bei denen jeweils noch eine Kühlfalle realisiert ist. Nachfolgend wird eine weitere Pumpstufe und ein radialer Gasfluß passiert, bis das Substrat in der Prozeßkammer PC **2** angelangt ist, in der eine zweite Schicht mit atomarer Dicke auf das Substrat abgeschieden wird. Nachfolgend wird von dem Substrat **5** ein radialer Gasfluß, zwei Pumpstufen, ein weiterer radialer Gasfluß, eine Pumpstufe mit Kühlung, eine weitere Pumpstufe, ein radialer Gasfluß und eine weitere Pumpstufe durchlaufen. Das Substrat gelangt nun in einen Kammerbereich, in dem eine Plasmabehandlung durchgeführt werden kann. Nachfolgend wird das Substrat durch einen Kammerbereich mit einer Pumpstufe, einer Kühlstufe, einer Pumpstufe und nachfolgend einem radialen Gasfluß hindurch transportiert, bis das Substrat wieder in dem ersten Kammerbereich PC **1** angelangt ist. Dort wird eine weitere Schicht abgeschieden, die der ersten abgeschiedenen Schicht entspricht. Auf Grund der rotationssymmetrischen Anordnung kann das Transportsystem beispielsweise um eine Achse **160** rotieren. Das Transportsystem **45** stellt dabei beispielsweise einen Drehteller dar.

[0061] In Fig. 3 ist ein Substrat **5** dargestellt, auf dem eine erste Schicht **25** aus einem Material A abgeschieden ist. Die erste Schicht **25** wird beispielsweise mit atomarer Dicke gebildet, wobei der Abscheidungsprozess selbstbegrenzend ist. Nachfolgend wird eine zweite Schicht **40** auf die erste Schicht **25** abgeschieden, die aus einem zweiten Material B besteht. Nachfolgend werden in Abfolge weitere Schichten A B A B . . . auf das Substrat abgeschieden. In dem dritten Kammerbereich **65** kann eine dritte Schicht **105** aus einem dritten Material C abgeschieden werden. Durch die Reihenfolge und die Anzahl der jeweiligen Materialschichten A, B und C ist beispielsweise ein genaues Mischungsverhältnis der jeweiligen Materialkomponenten A, B und C herstellbar.

[0062] Mit Bezug auf Fig. 4 ist beispielsweise ein optionaler Temperaturschritt durchgeführt worden, bei dem eine Durchmischung der in Fig. 3 auf das Substrat **5** abgeschiedenen Schichten stattgefunden hat, so daß eine abgeschiedene Schicht **85** entsteht.

[0063] Mit Bezug auf Fig. 5 ist die Kammerwand **55** dargestellt. In der Kammerwand **55** ist eine Ausnehmung **60** enthalten. Das auf dem Substrathalter **80** angeordnete Substrat **5** kann mittels des Transportsystems **45** an der Kammerwand **55** vorbei transportiert werden. Weiterhin ist vorgesehen, daß die Kammerwand **55** auf das Substrat **5** oder auf das Transportsystem **45** absenkbar ist, so daß der Gasfluß zwischen der Kammerwand **55** und dem Transportsystem **45** beziehungsweise zwischen der Kammerwand **55** und dem Substrat **5** unterbunden werden kann. Eine weitere Ausführungsvariante sieht vor, daß das Transportsystem **45** anhebbar ist und in Richtung der Kammerwand **55** verschiebbar ist, so daß damit ebenfalls der Gasfluß zwischen der Kammerwand **55** und dem Substrat **5** beziehungsweise der Kammerwand **55** und Transportsystem **45** veränderbar ist. Alternativ kann das Substrat im Substrathalter versenkt werden.

[0064] Mit Bezug auf Fig. 6 ist das Transportsystem **45** mittels Transportbändern **165** realisiert. Beispielsweise sind in Fig. 6 vier Transportbänder **165** dargestellt. Diese sind dazu geeignet, ein Substrat **5** auf einer geschlossenen Kurve durch den ersten Kammerbereich **15** und durch den zweiten Kammerbereich **30** hindurchzuführen. Zusätzlich ist eine Kammerwand **55** zwischen dem ersten Kammerbereich **15** und dem zweiten Kammerbereich **30** angeordnet.

[0065] Mit Bezug auf Fig. 1 kann zusätzlich ein Kammerbereich **117** vorgesehen werden, der zum Be- und Entladen

eines Substrats auf einem Substrathalter geeignet ist.

[0066] Erfindungsgemäß werden die Reaktionsgase beim Betrieb der Kammer nicht pulsartig in die Kammer und somit nicht pulsartig über das Substrat geleitet. Vielmehr findet die Abscheidung homogen gleichmäßig in der Kammer und gleichzeitig auf dem in der Kammer befindlichen Bereich des Substrats statt.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Abscheidung von Schichten mit atomarer Dicke auf einem Substrat (5), umfassend: eine Kammer (10) mit einem ersten Kammerbereich (15), in den ein erstes Prozeßgas (20) zur Abscheidung einer ersten Schicht (25) auf dem Substrat (5) einleitbar ist, und mit einem zweiten Kammerbereich (30), in den ein zweites Prozeßgas (35) zur Abscheidung einer zweiten Schicht (40) auf der ersten Schicht (25) einleitbar ist; ein Transportsystem (45), auf dem eine Vielzahl von Substraten (50) anordenbar ist, um die Substrate (50) mittels des Transportsystems (45) in den ersten Kammerbereich (15) und in den zweiten Kammerbereich (30) zu transportieren, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Kammerwand (55) zwischen dem ersten Kammerbereich (15) und dem zweiten Kammerbereich (30) zur Trennung des ersten Kammerbereichs (15) von dem zweiten Kammerbereich (30) angeordnet ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kammerwand (55) eine Ausnehmung (60) aufweist, so daß ein auf dem Transportsystem (45) anordenbares Substrat (5) die Kammerwand (55) passieren kann.
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein dritter Kammerbereich (65) zur Trennung des ersten Kammerbereichs (15) und des zweiten Kammerbereichs (30) zwischen dem ersten Kammerbereich (15) und dem zweiten Kammerbereich (30) angeordnet ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine Pumpe (70) zum Abpumpen eines in dem dritten Kammerbereich (65) befindlichen Gases vorgesehen ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der dritte Kammerbereich (65) mit einem im Vergleich zum ersten Prozeßgas (20) und zweiten Prozeßgas (35) inerten Gas spülbar ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der dritte Kammerbereich (65) in eine Vielzahl von Kammerbereichen (75) unterteilt ist, die jeweils unabhängig voneinander mit einem inerten Gas spülbar sind und/oder das in ihnen befindliche Gas abpumpbar ist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine Kühlfalle (90) in dem dritten Kammerbereich (65) angeordnet ist, die zur Kondensation des ersten Prozeßgases (20) oder des zweiten Prozeßgases (35) vorgesehen ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein vierter Kammerbereich (95) in der Kammer (10) angeordnet ist, in dem ein drittes Prozeßgas (100) zur Abscheidung einer dritten Schicht (105) einleitbar ist.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß ein viertes Prozeßgas (110) zusätzlich in den ersten Kammerbereich (15) einleitbar ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Vielzahl von Kammerbereichen (75) einen ersten abpumpbaren Kammerbereich (115) und einen zweiten abpumpbaren Kammerbereich (120) umfaßt, wobei in dem ersten abpumpbaren Kammerbereich (115) ein erster Druck einstellbar ist und in dem zweiten abpumpbaren Kammerbereich (120) ein zweiter Druck einstellbar ist, der kleiner als der erste Druck ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß eine Vorrichtung zur Plasmabehandlung eines auf dem Transportsystem (45) angeordneten Substrats (5) in der Kammer (10) vorgesehen ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine Vorrichtung zur Ozonbehandlung eines auf dem Transportsystem (45) angeordneten Substrats (5) in der Kammer (10) vorgesehen ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß eine Heizung (130) zum Heizen des Substrats (5) in der Kammer (10) vorgesehen ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizung (130) eine Lampe (135) zum Bestrahlen des Substrats (5) umfaßt.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Transportsystem (45) einen Körper (150) umfaßt, der eine Oberfläche (155) aufweist, die um eine senkrecht zu der Oberfläche (155) angeordnete Achse (160) rotierbar ist, wobei die Vielzahl von Substrathaltern (80) auf der Oberfläche (155) angeordnet ist, so daß ein Substrathalter (80) auf einem Kreisbogen um die Achse (160) rotierbar ist und dabei den ersten Kammerbereich (15) und den zweiten Kammerbereich (30) durchläuft.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Transportsystem (45) ein Transportband (165) oder eine Vielzahl von Transportbändern (165) umfaßt, die so angeordnet sind, daß ein mit dem Transportsystem (45) verbundener Substrathalter (80) mittels des Transportsystems (45) entlang einer geschlossenen Kurve transportierbar ist, die den Substrathalter (80) durch den ersten Kammerbereich (15) und den zweiten Kammerbereich (30) führt.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Querschnittsfläche (61) für den Gasfluß zwischen erstem Kammerbereich (15) und zweitem Kammerbereich (30) zumindest teilweise verschließbar ist, um einen Gasaustausch zwischen dem ersten Kammerbereich (15) und dem zweiten Kammerbereich (30) zu vermindern.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß das Transportsystem (45) zum Verschließen der Querschnittsfläche (61) anhaltbar ist.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Kammerwand (55) in Richtung des Transportsystems (45) verschiebbar ist.

20. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Transportsystem (45) in Richtung der Kammerwand (55) verschiebbar ist.

21. Verfahren zur Abscheidung von Schichten mit atomarer Dicke auf einem Substrat (5) mit den Schritten:
– Bereitstellen einer Vorrichtung, die ein Transportsystem (45) und eine Kammer (10) mit einem ersten Kammerbereich (15) und einem zweiten Kammerbereich (30) und einer Kammerwand

(55) aufweist, die zwischen dem ersten Kammerbereich (15) und dem zweiten Kammerbereich (30) angeordnet ist;

- Einleiten eines ersten Prozeßgases (20) in den ersten Kammerbereich (15);
- Einleiten eines zweiten Prozeßgases (35) in den zweiten Kammerbereich (30);
- Anordnen eines Substrats (5) auf dem Transportsystem (45);
- Transportieren des Substrats (5) mittels des Transportsystems (45) in den ersten Kammerbereich (15), in dem eine erste Schicht (25) mit atomarer Dicke auf dem Substrat (5) abgeschieden wird;
- Transportieren des Substrats (5) mittels des Transportsystems (45) in den zweiten Kammerbereich (30), in dem eine zweite Schicht (40) mit atomarer Dicke abgeschieden wird.

22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß ein dritter Kammerbereich (65) zur Trennung des ersten Kammerbereichs (15) und des zweiten Kammerbereichs (30) zwischen dem ersten Kammerbereich (15) und dem zweiten Kammerbereich (30) angeordnet ist und daß das in dem dritten Kammerbereich (65) befindliche Gas mittels einer Pumpe (70) abgepumpt wird.

23. Verfahren nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß der dritte Kammerbereich (65) mittels eines inerten Gases gespült wird.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

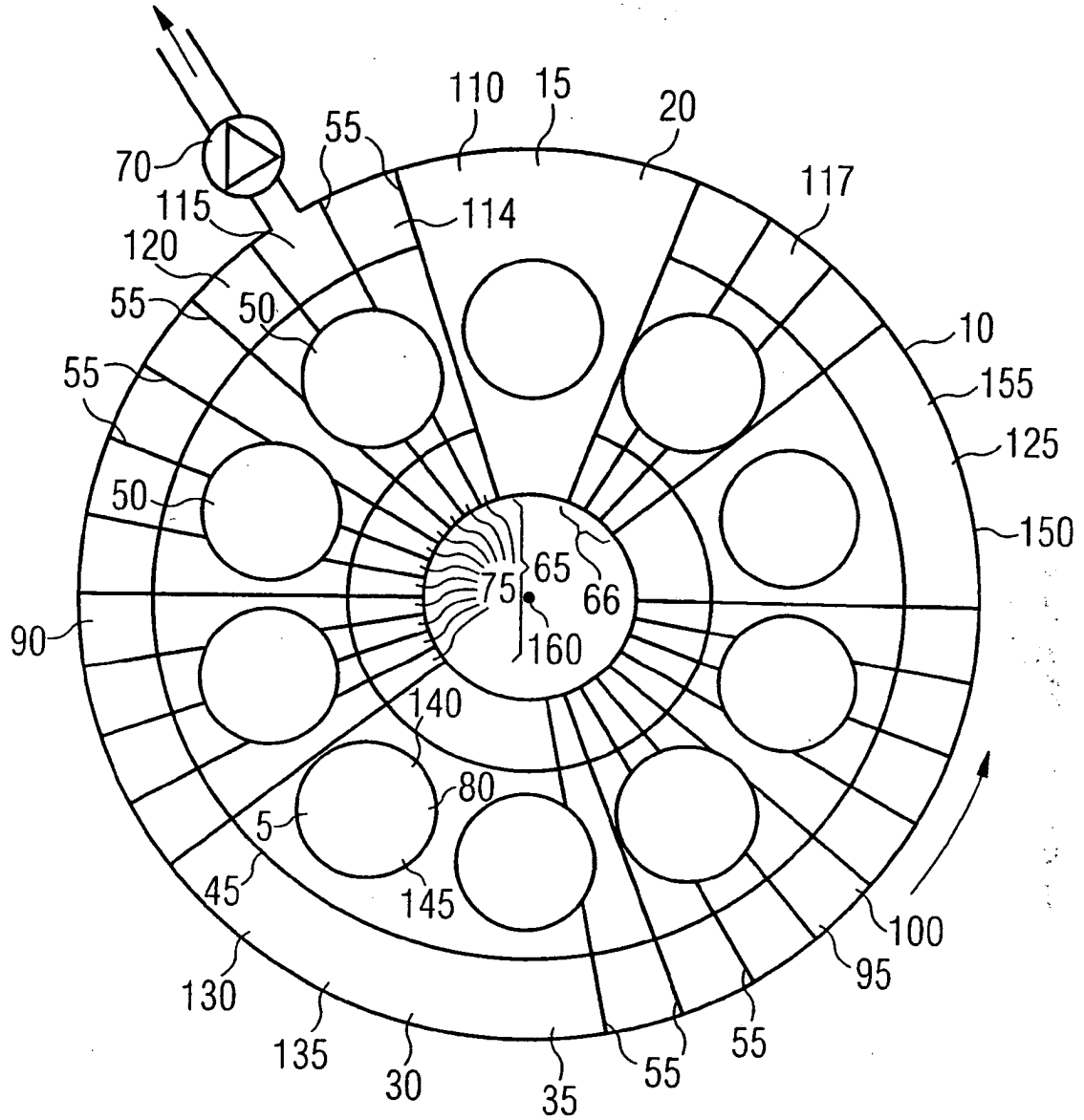
50

55

60

65

FIG 1



BEST AVAILABLE COPY

FIG 2

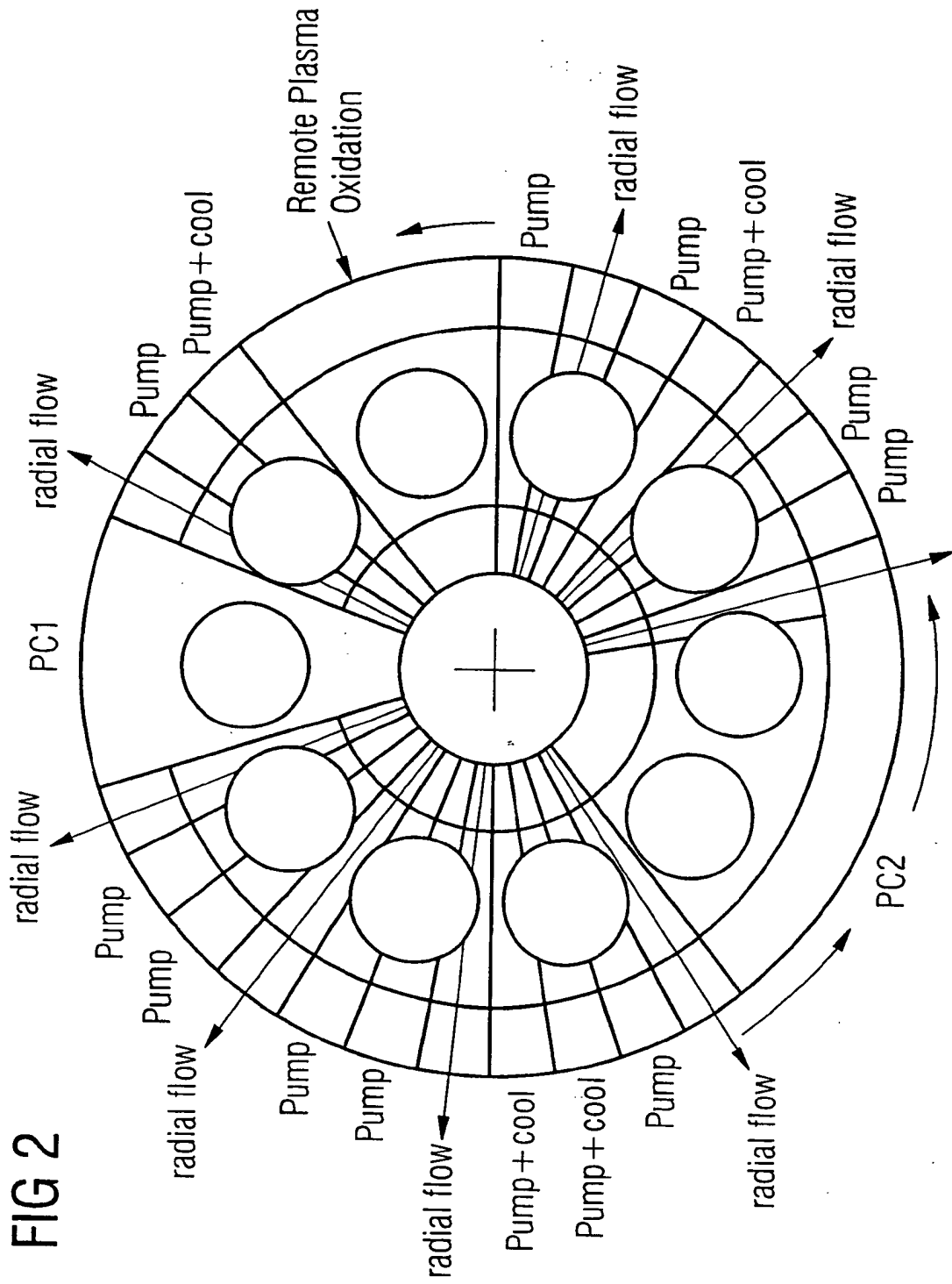


FIG 3

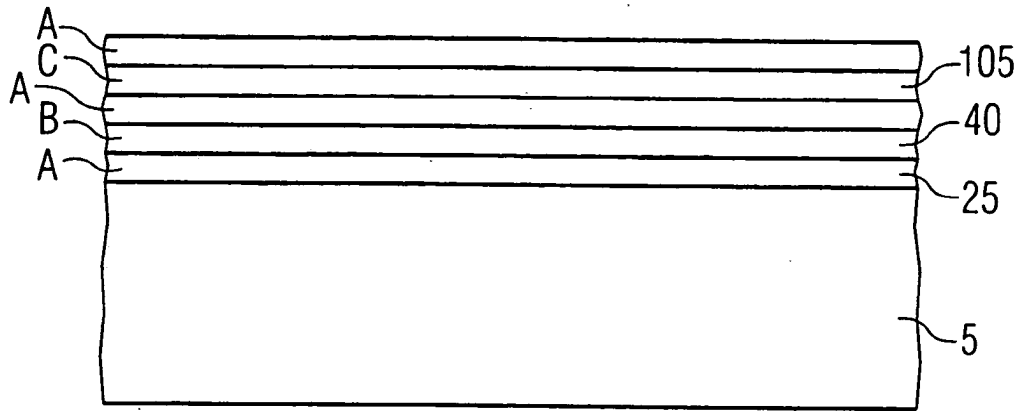
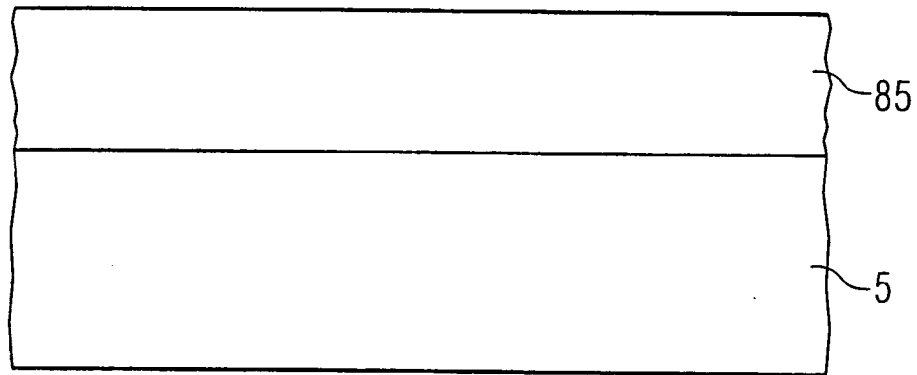


FIG 4



BEST AVAILABLE COPY

FIG 5

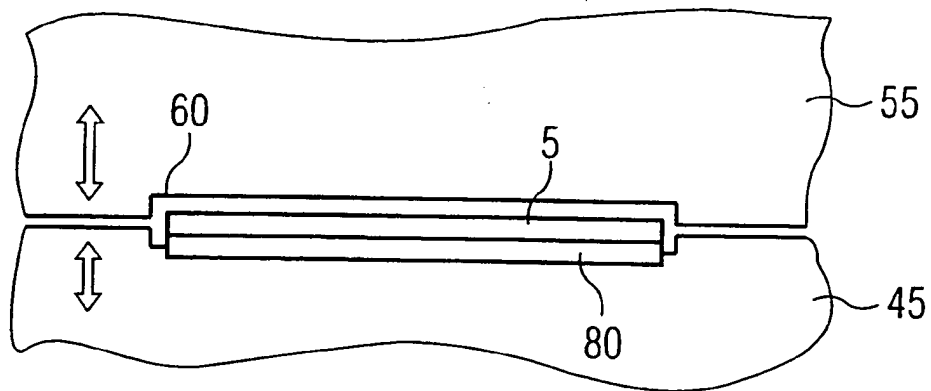
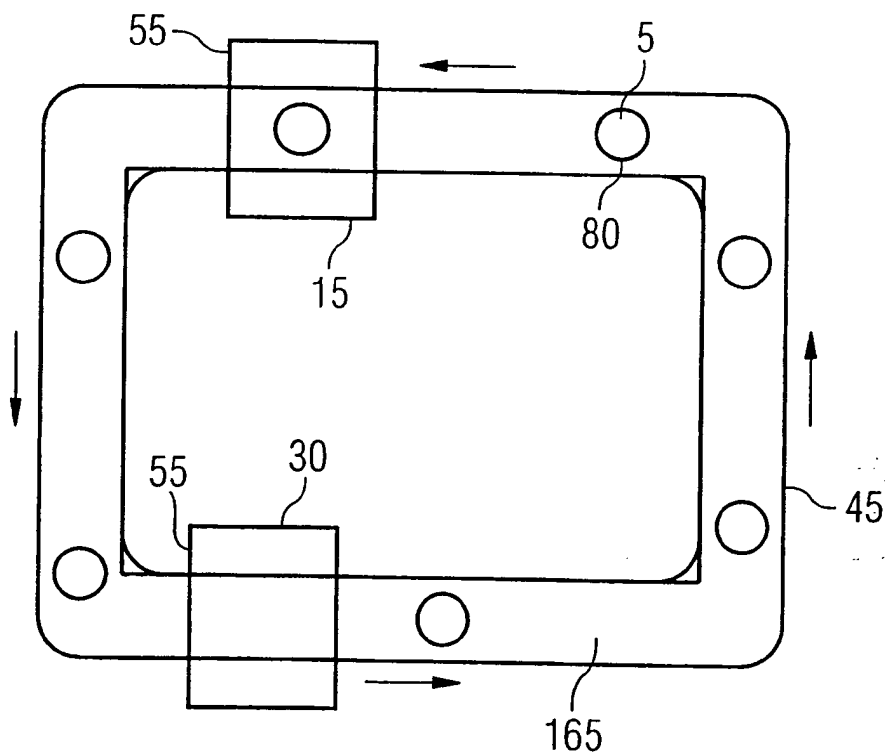


FIG 6



BEST AVAILABLE COPY